

Gehörschutz (Antiphone)

Nasiell, Vilhelm

Veröffentlicht in:
Abhandlungen der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 5, 1953, S. 53-62



Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Gehörschutz (Antiphone)

Von Vilhelm Nasiell, Stockholm

Mit 8 Abbildungen

Vorgelegt von Herrn E. Justi

Summary: This paper reports on noise effects at the ear and the nervous system and on the prevention of noise injuries to man. The antiphones are divided in arrangements to deaden the noise from machines and apparatuses in industry, traffic and buildings on one side, on the other side in individual devices for soundisolation. These are application of suitable material on the contacting parts of the human body and above all ear defenders. Different kinds of ear defenders are described. The author points out that the tests for and the selection of workers for noise-factories, considering their auditory vulnerability, are superflue, provided that suitable eardefenders are used. So the military injuries of the ear also can be prevented. Eardefenders are of importance to rise the output of work in noisy halls and rooms. They are useful for saving sleep and the nervs. They are consequently of a great social interest and should be subjected to information, propaganda and instructions by law.

Das lebendige Ohr ist druckempfindlicher als irgendein anderes Organ oder irgendein Apparat. Trotzdem ist es dank seiner sinnreichen Schutzanordnungen so widerstandsfähig gegen akustische Einwirkungen, daß das fragile Cortische Organ in der Schnecke unzerstört bleibt, auch wenn das Ohr einem zufälligen und kurzdauernden Schalldruck von einer Stärke bis etwa 140 decibel (\approx Phon) ausgesetzt wird. Die Empfindlichkeit des Ohres ist eine logarithmische Funktion des physikalischen Schalldruckes, und seine Schmerzgrenze liegt bei 120 bis 130 decibel. Bei anhaltender akustischer Belastung wird das Ohr schon vor Erreichung der Schmerzgrenze beschädigt. Zu beachten ist, daß Explosionsdruck und hochintensive Laute, die nicht eine Ruptur des Trommelfells hervorrufen, größere Beschädigung des inneren Ohres herbeiführen können als bei einer gleichzeitigen Trommelfellruptur.

Bei der Wahl des Lautschutzes muß man die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft und auch durch feste Körper bis zum inneren Ohr berücksichtigen. Im weitesten Sinne kann man alle Anordnungen, die den Zweck haben, die Fortpflanzung des Schalles zum inneren Ohr mehr oder weniger zu verhindern, Antiphone nennen. Sie können eingeteilt werden in außerpersönliche und individuelle Anordnungen. Die erste Gruppe umfaßt bau-akustische Maßnahmen und dämpfende Anordnungen für klappernde Maschinen und Apparate in Industrie und Verkehr. Gegen den sog. Festkörperschall von Maschinen und Bodenvibrationen, die durch das Knochenskelett das innere Ohr erreichen, kann man sich durch schallisolierendes Material an den Kontaktflächen des eigenen Körpers schützen, durch die der Schall zum Ohre geleitet wird. Die wesentlichste Energiemenge des durch die Luft geleiteten Schalles erreicht das innere Ohr durch den Gehörgang und den innerhalb desselben liegenden Transmissionsapparat. Auch die Knorpel der Ohrmuscheln leiten den Schall weiter, in geringerem Grade auch die Schädelknochen. Nur mehr von theoretischer Bedeutung dürfte die geringe Schallmenge sein, die durch die Öffnungen des

Gesichts das Innenohr erreichen kann. Wir können hieraus die Schwierigkeit erkennen, eine Zeitlang alle Laute gänzlich vom Ohr fernzuhalten.

Darauf kommt es im praktischen Leben auch nicht an; es gilt vielmehr, einen genügenden Teil der in Frage kommenden Schallenergie abzusperren, damit die Person, die dem Schall ausgesetzt ist, in keiner Weise beschädigt wird. Die Abspernung ist bei der Gehörprobe einseitig, sonst doppelseitig.

Der individuelle Gehörschutz, die eigentlichen Antiphone, sind Ohrpfropfen, Hauben, Kappen und eine Kombination von Pfropf und Kappe.

In vielen Fällen gilt es, schädliche Laute abzusperren, aber gleichzeitig Konversationsgehör zu ermöglichen. Hierbei ist zu beachten, daß die Kalibrierung des Schutzes im großen ganzen im umgekehrten Verhältnis zu der Lautzufuhr zum Ohr steht. In anderen Fällen kommt es nur darauf an, den Lärm sowie einen eventuellen Explosionsdruck vorübergehend abzustellen. Hieraus geht u. a. hervor, daß man nicht bei sämtlichen Fällen die gleichen Antiphone verwenden kann, sondern daß für verschiedene Fälle verschiedene Antiphone zur Anwendung kommen müssen; für militärische Zwecke benötigt man außerdem auch ein regulierbares Antiphon für die verschiedenen Aufgaben, siehe Abb. 7.

Die Empfindlichkeit gegen Schall überhaupt variiert beträchtlich bei verschiedenen Personen wie auch die Empfindlichkeit einer Person gegen verschiedene Laute. Der psychologische Faktor spielt eine große Rolle, wenn es sich um Irritation des allgemeinen Nervensystems durch Gehöreindrücke handelt. Die Fähigkeit, sich von einem störenden Geräusch zu abstrahieren und sich gleichzeitig auf eine Arbeitsaufgabe zu konzentrieren, ist in hohem Grade variabel. Sie dürfte gewissermaßen eine Frage des Trainings sein. Einige können das störende Geräusch psychologisch abschirmen, so daß es im Unterbewußtsein bleibt, manchmal so vollständig sogar, daß es überhaupt nicht ins Bewußtsein dringt. Eine Voraussetzung hierfür ist, daß das Störungsgeräusch eine dem gegebenen Falle zugehörige Intensität nicht übersteigt. Dabei spielt die persönliche Einstellung eine ausschlaggebende Rolle. Einige Beispiele hierfür sind folgende:

Eine Person mit normalem Gehör ist im Lesen eines Textes vertieft. Jemand in der Nähe spricht ihn im gewöhnlichen Konversationston an. Bei Befragung gibt der Angeredete nach einer Weile an, daß er gar nicht die Anrede gehört habe. Eine Mutter hat ihren Säugling während der Nacht in einem Nebenzimmer. Sie wird von dem ziemlich starken Lärm des Verkehrs nicht geweckt, aber von einem viel schwächeren Geräusch des Kindes, über das sie „wacht“. Diese Reaktion ist in ihr Gehirn gebahnt. In einer Fabrik, wo zwei Belegschaften Ingenieure in Schicht arbeiten, wird die eine Belegschaft mit einem Signal einer Klingel geweckt, die andere Belegschaft mit zwei Signalen gleicher Stärke von derselben Klingel. Einer der Ingenieure berichtete, daß er bei den zwei Signalen nicht erwachte, aber sofort auf das eine Signal reagierte (gebahnte Reaktion). Dieses Zusammenspiel zwischen dem Unterbewußtsein und dem Bewußtsein dürfte individuell von der Intensität des Störungsgeräusches abhängig sein. (Ein weiteres, komplizierteres Beispiel von unbewußter akustischer Reaktion, die das bewußte Ich ausschaltet, erlebte ich bei einer leichten Narkose, wo die Patientin eine Unter-

haltung mit dem operierenden Arzt führte, an die sie sich in wachem Zustand jedoch nicht erinnern konnte.)

Der Reizeffekt auf das Nervensystem gewisser hochintensiver Laute hat eine auffallende und schwankende Wirkung bei verschiedenen Individuen. Es kann das Gerassel eines Zuges, der eine Reihe von Tunnels durchfährt, eine schwere Qual — auch rein physisch — für einen besonders lautempfindlichen Fahrgast sein, während es einen anderen völlig unberührt läßt.

Gleichartige Variationen für degenerative, lokale akustische Belastungseffekte im Ohr, besonders in dem Cortischen Organ der Schnecke, kommen auch vor. Man glaubt, eine Methode gefunden zu haben, bei Lärmarbeitern im voraus die individuelle Vulnerabilität des Ohres dadurch zu erforschen, daß man den Grad der Ermüdung bei einer gewissen akustischen Belastung feststellt. Mit der Einführung von geeigneten Antiphonen für Lärmarbeiter erübrigten sich die Sensibilitätsprüfung und die Auslese für die Bewerber zum Lärmarbeiterberuf. Selbstverständlich ist es eine Voraussetzung, daß die Antiphone rationell ausgenützt werden. Hierzu sind Information und Propaganda erforderlich; ferner müssen geeignete Antiphone am Arbeitsplatz zugänglich sein. Erfahrungsgemäß ist es trotz der gesetzlichen Vorschriften sehr schwer, z. B. die Steinhauer dazu zu bringen, Schutzbrillen zu tragen, und man muß darum wohl daran denken, daß, wo es zweckmäßige Antiphone gibt, entsprechende gesetzliche Bestimmungen für Lärmarbeiter erlassen werden. Derartige Bestimmungen fehlen noch in der Schutzgesetzgebung aller Länder. Dagegen gibt es in einigen Ländern, u. a. in Schweden, ein Recht auf Ersatzansprüche bei größeren Gehörschäden, verursacht in der Arbeit oder im Militärdienst. Da solche Schäden sehr verbreitet sind, ist die Anwendung von Antiphonen noch mehr eine national-ökonomische Angelegenheit geworden.

Die durch Detonationen entstandenen Gehörschäden im Militärdienst bestehen teils aus Trommelfellrupturen, teils aus Beschädigungen des Rezeptorapparates, des Cortischen Organs, im inneren Ohr mit sekundären degenerativen Erscheinungen anderer Elemente. Meistens sind die Beschädigungen doppelseitig. Ein Soldat mit derartigen Verletzungen ist sofort dienstuntauglich. Alle diese Schäden können durch Anwendung von Antiphonen verhütet werden.

Die schädliche Einwirkung des Schalles auf den Menschen

Dauernder Lärm kann auch bei mäßiger Intensität für die Nerven schädlich sein. Auch wenn der Schaden nicht auffällt, so wird doch die Leistungsfähigkeit des Arbeiters durch den Lärm herabgesetzt. Es ist bekannt, daß die Arbeitsleistung einer Maschinenschreiberin erheblich steigt, wenn sie in einem stillen Zimmer arbeitet, als wenn sie bei dem Knattern mehrerer Schreibmaschinen arbeiten muß. Dieselbe Wirkung wie das stille Zimmer haben die Ohrpfropfen. Der vom Lärm gestörte nächtliche Schlaf übt eine schlechte Wirkung auf die Arbeitsleistung am Tage und auf das Heilungsvermögen eines Patienten aus. Der anhaltende Industrielärm in Webereien, Schmieden, Walzwerken, Klempnereien, Schiffswerften, Gruben und weiteren Lärmlokalen schadet dem Gehör und dem allgemeinen Nervensystem. Wenn er

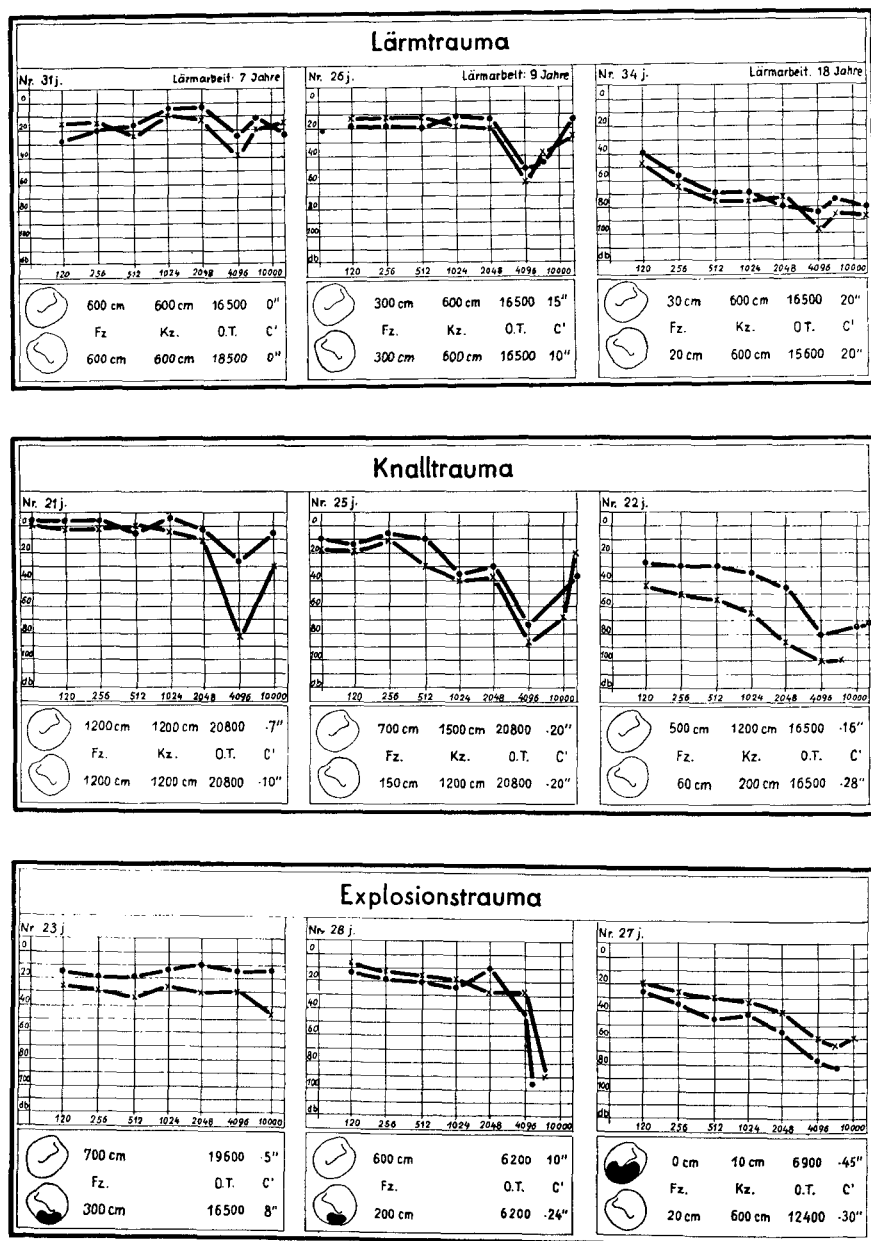


Abb. 1. Audiogramme der traumatischen Ohrverletzungen nach Ruedi-Furrer

intensiv ist, kann er auch Schwindel hervorrufen. Vielbeschäftigte Schützen bekommen früher oder später wie die Lärmarbeiter neurogene Taubheit. Bei Militärpersonen sind derartige Gehörschäden gewöhnlich und bei den Artilleristen die Regel nach einiger Zeit Dienst.

Die Wirkungen bei Detonationen sind wie gesagt teils Trommelfellrupturen, teils Beschädigungen an dem Empfangsorgan der Schnecke, dem Cortischen Organ. Die Trommelfellrupturen heilen spontan in bis zu 70 %, oder bei rechtzeitiger Prothesenbehandlung bis etwa 100 % der Fälle. Aber die Beschädigung des Cortischen Organs ist bei größerem Umfang unheilbar. Hierbei ist von Interesse, daß eine akustische Inner-Ohrverletzung ganz oder teilweise noch nach einem halben Jahr spontan heilen kann, wenn sie nicht zu tiefgreifend ist. Hier wird unterschieden zwischen Verletzungen durch Explosionsdruck und durch akustische Belastung. Gewöhnliche Gehörschäden bei Militärpersonen entstehen beim Schießen mit Karabiner, wenn die Mündung zu nahe an das Ohr des davorliegenden Soldaten reicht. Noch häufiger kommen Gehörschäden bei Maschinengewehrschützen vor. Dort ist die Belastung des einzelnen Schusses nicht so groß, aber die Frequenz der Schüsse ist hinreichend, um zu verhindern, daß das Ohr sich zwischen dem Knallen erholt. Kanonenbedienung wie Bombeneffekte sind für das Gehör noch ernster. Ruedi und Furrer haben 1946 die verschiedenen Typen der Inner-Ohrschäden bei akustischem und bei Explosionsdruck mit Kurven auseinandergesetzt (Abb. 1).

Antiphone

Die Ohrpfropfen sind entweder in den Gehörgang eingeführt bzw. eingepreßt oder sie blockieren nur von außen die Öffnung des Gehörganges. Der Gehörgang wird entweder vollständig oder unvollständig abgeschlossen. Im zweiten Falle wird gleichzeitig mit genügendem Schutz Konversationsgehör ermöglicht. Bei der stärksten Kalibrierung des Schutzes fällt diese Möglichkeit weg. Wie oben angedeutet, besteht ein umgekehrtes Verhältnis zwischen Schutzeffekt und Gehörrest.

Die Ohrpfropfen können von verschiedener Konsistenz sein: eine teigige Masse, aus Filz, gummiähnliche oder harte Körper aus Thermoplasten. Sie müssen alle von der Haut des Gehörganges vertragen werden können, auch wenn diese feucht wird, und bei längerem Gebrauch.

Die weichsten Pfropfen sind am einfachsten und besten aus Wachs und Paraffin oder aus Plastilin mit einer Hülle aus Chiffon (einem feinmaschigen Stoff) herzustellen. Man kann, wenn man will, einen antiseptischen Puder zusetzen, aber die Erfahrung hat gelehrt, daß die Haut des äußeren Gehörganges — um die es sich hier handelt — so resistent ist, daß man auch mit einem nicht antiseptisch behandelten Pfropfen gut auskommt. Ein solcher weicher Pfropfen (Abb. 2) eignet sich sowohl für Gebrauch am Tage wie in der Nacht.

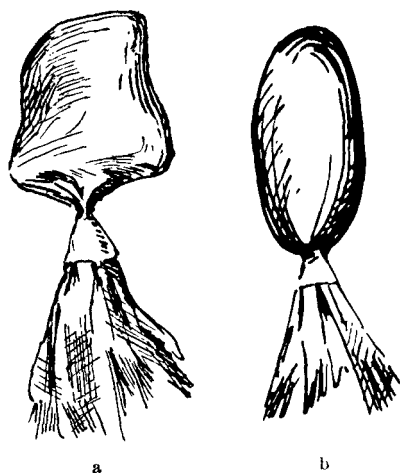


Abb. 2. Weicher Ohrpfropfen. 2a zeigt den Pfropfen vom Gehörgang geformt

Besonders geeignet ist er, den Schlaf zu sichern, da man ohne Unannehmlichkeiten mit dem gut abgepaßten, weichen Pfropfen im Ohr auf dem Kissen ruhen und schlafen kann. Dieses kann man auch mit einem harten Pfropfen unter der Voraussetzung, daß er ein Abguß vom Gehörgang des Benutzers ist und im übrigen sich dem Zweck gut anpaßt. Am effektivsten als Gehörschutz in der Lärmindustrie sind von den Pfropfen die vorerwähnten weichen Pfropfen sowie der amerikanische Pfropf MSA aus weichem Kunststoff. Den größten Schutzeffekt zeigte nach Ziv.-Ing. Bertil Johansson (Technische Hochschule in Stockholm) der Wachs-Paraffin-Pfropf, Abb. 2, der im Jahre 1925 von dem Verfasser dieses Artikels eingeführt wurde! Die Effektivität beruht teils auf dem gut schallisolierenden Material, teils auch darauf, daß das Material sich an die Wände des Gehörganges anklebt und keinen Laut durchsickern läßt. Ein angenehmer Pfropf ist auch der Filzpfropf des Verfassers, der nicht nur den Gehörgang abschließt, sondern auch die Schalleitung des Ohrmuschelknorpels dämpft. Wie alle Pfropfen, die den Gehörgang nicht ganz luftdicht abschließen, läßt er die niedrigen Töne und die der Mittellage durch, während die hohen Töne, die am schädlichsten für das Ohr sind, ausgeschaltet werden. Er schneidet den Klatsch des Knalles ab und erlaubt gleichzeitig Konversationsgehör. Der Filzpfropf ist ohne Extrafixationsvorrichtung nur bei ziemlich wohlgebildeten Ohrmuscheln anwendbar, wo er hineingepfropft wird, bis er gut sitzt. Mitunter ist die Ohrmuschel so weich und glatt, daß man für den Sitz des Pfropfens eine Fixationsanordnung benötigt. So können auch andere Pfropfen fixiert werden. (Abb. 4.)

Ein wichtiges Prinzip bei den letzterwähnten Pfropfen ist, daß sie nicht in den Gehörgang eingeführt werden, sondern nur dessen Öffnung zuschließen sollen. Dadurch vermeidet man die Schwierigkeiten der Anpassung an die Variationen des Gehörganges in bezug auf Form und Größe und auch die Verunreinigung des Pfropfes mit Ohrschmalz. Ein nicht geringer Vorteil liegt darin, daß man mit 1 bis 2 Größen für alle Personen auskommt.

Die harten Pfropfen müssen individuell hergestellt werden, um eine gute Paßform zu gewähren, vor allem aber, um von dem Träger gut getragen zu werden. Wenn sie sich genau dem Gehörgang anpassen, besteht das Risiko, daß sie bei Detonationen die Luft in dem Gehörgang zusammenpressen und das Trommelfell sprengen. Dies kann dadurch verhindert werden, daß man an der Manteloberfläche des Pfropfes eine Ritze macht oder einen feinen Kanal durch dessen Körper. Hierdurch ermöglicht man auch Konversationsgehör bei Beibehaltung eines guten Schutzes.

Zur Herstellung solcher Pfropfen kann man gut „Thermoplast Xantugen“ (ein deutsches Material für Odontologie) verwenden, das gewärmt in den Gehörgang hineingepreßt wird. Nach Herausnahme wird der Pfropf mit einer Ritze oder einem feinen Kanal versehen. Diese Luftwege des Pfropfes können so eingerichtet werden, daß sie die Schallwellen ausschließen, die Luft aber durchlassen, wodurch das Druckgefühl gegen das Trommelfell bei empfindlichen Personen vermieden wird. Andererseits bewirkt die Luftkompression gegen das Trommelfell, daß diese und die Kette der Gehörknöchelchen nebst ovalem Fenster fixiert werden, welches eine starke Herabsetzung des Gehörs herbeiführt (insbesondere geeignet, um das eine Ohr bei Gehörprüfung des anderen auszuschalten). Der Abguß wird mit Lack verstärkt.

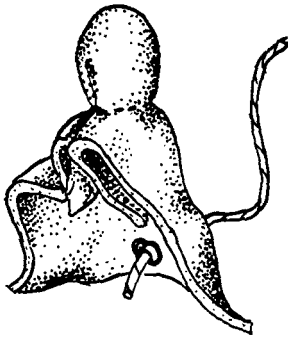


Abb. 3.

Filz-Pfropfen

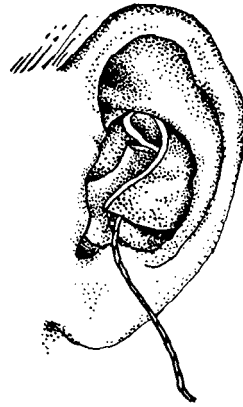


Abb. 3a.

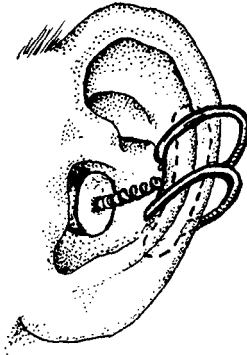


Abb. 4. Fixation eines Pfropfes aus gummiähnlichem Plaststoff

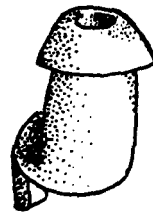


Abb. 5. Amerikanischer MSA-Pfropf aus weichem Plaststoff wird in den Gehörgang eingepreßt

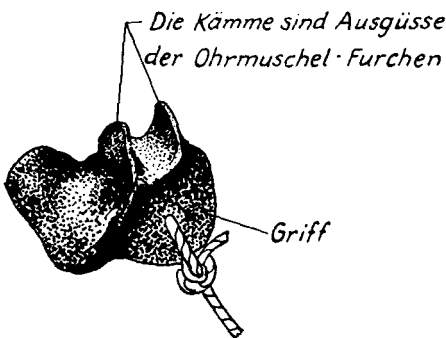
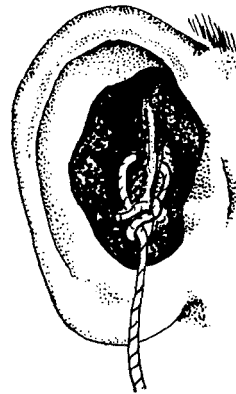


Abb. 6. Individueller Pfropf aus Xantogen



Man hat auch Glaswolle (= Glasfasern) zu verwenden versucht, die sich aber als weniger geeignet erwiesen haben.

Eine gute Schutzanordnung, die auch Konversationsgehör erlaubt, sind Ohrenkappen. Anfang der 40er Jahre experimentierte der Verfasser mit Kappen aus Holz und aus Leder, die mit einem Rand von weichem, schallisolierendem Material versehen waren. Sie waren aber bei den größten militäri-

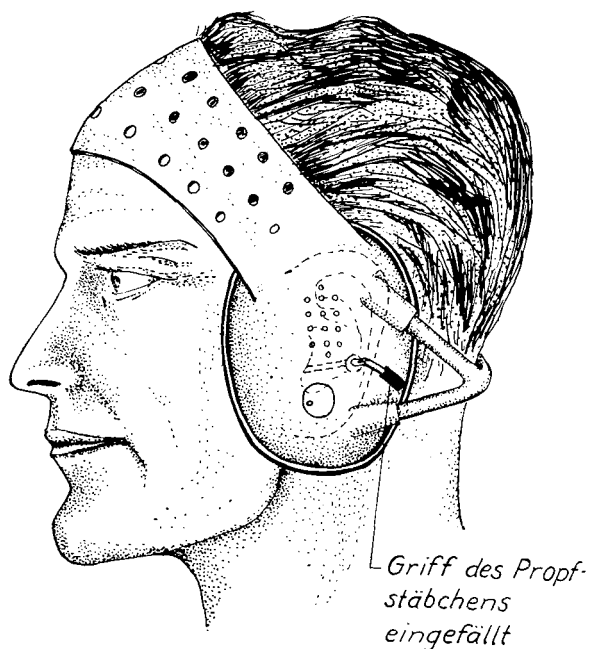


Abb. 7. Antiphon-Aggregat nach Nasiell

schen Belastungen unzureichend, und es wurde für solche Kappe und Pfropf kombiniert. Die Kappe verursachte einen Tunnellaut der eigenen Stimme, was durch Anbringen von kleinen Löchern in der Wand der Kappe eliminiert wurde. Mit Kappe-Pfropf-Schutz stellte ich mich 1 bis 2 m schräg vor eine Luftabwehrkanone, während eine Serie von 40 Schüssen abgefeuert wurde; oder auch 1 m schräg vor eine großkalibrige Kanone. Der Druckeffekt auf den Körper war erheblich und unangenehm, aber in den Ohren fühlte ich keinerlei Unbehagen. Unmittelbar nach der Kanonade konnte ich ebensogut wie vorher das Ticken der Armanduhr und Flüstern hören. Dasselbe Resultat ergab eine Probe, wobei das Ohr 20 cm vor und zur Seite der Mündung eines Maschinengewehrs sich befand (nach dem Batterieoffizier wurde die Kappe fast von der Feuergarbe beleckt). Auch wurde der Effekt auf die Ohren mit Audiometerkurven vor und nach Sprengschüssen kontrolliert. (Sprengsätze 15 kg + 10 kg + 10 kg Nitrolit, Intervall 15 Sek., Distanz vom Ohr 4 bis 5 m.) Eine solche Kappe wurde später von Ruedi-Furrer lanciert, doch ohne die Kombination mit dem Ohrenpfropfen. Nach-

dem meine Kappe weiterhin mit einem Regulator für die Lautzufuhr versehen worden ist, hat man ein für verschiedene akustische Ansprüche variables Antiphon vorliegen, dessen Schutzeffekt von 0 (= gutes Gehör) bis zum stärksten Schutz (= schlechtes Gehör) kalibriert werden kann.

Die Haube ist ein sehr guter Schutz und kann auf verschiedene Art verstärkt werden. Ihr Nachteil ist jedoch, daß sie oft zu warm ist.

Wünschenswert wäre es, weitere physikalische und physiologische Messungen bei den verschiedenen Typen des individuellen Gehörschutzes durchzuführen.

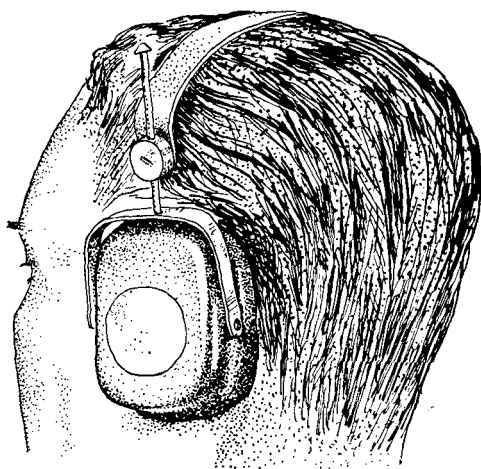


Abb. 8. Schutzkappe nach Ruedi-Furrer

Zusammenfassung

Das Ohr ist von allen uns bekannten Organen und Konstruktionen am druckempfindlichsten. Druckbeschädigungen des Trommelfells und des inneren Ohres kommen häufig vor bei Lärmarbeit, im Krieg usw. Das Ohr erträgt dank der sinnreichen Schutzanordnungen seiner Konstruktion einen Druck, der unvergleichlich viel größer als derjenige der Hörgrenze ist. Der Lärm stört den Schlaf und das allgemeine Nervensystem schon weit vor der Beschädigung des Ohres.

Die häufigsten Druckbeschädigungen werden von akustischen Einwirkungen in der Lärmindustrie verursacht. Die Beschädigungen bei Militärpersonen werden teils von Explosionswellen, teils von akustischer Belastung verursacht. Die Trommelfellrupturen heilen spontan oder mit Prothesenbehandlung aus. Beschädigung des inneren Ohres und der Gehörnerve kann, wenn sie nicht zu tiefgehend ist, spontan heilen, manchmal erst nach mehreren Monaten. Diesen Ohrenschäden kann man vorbeugen durch Antiphone und andere außerpersönliche schallisolierende Anordnungen. Es gibt verschiedene Arten

von Antiphonen: Ohrenpfropfen, Kappen, Kombination von beiden sowie Hauben. Die Ohrenpfropfen sind weich, gummiähnlich oder fest. Sie werden aus verschiedenen Materialien hergestellt. Eine besondere Gesetzgebung und auch Aufklärungstätigkeit, welche noch unzureichend ist, ist für die soziale Ausnützung des Gehörschutzes erforderlich.

Literatur

Johansson, Bertil, Beitrag zur Diskussion über Industrielärm. I. Internat. Kongreß der Audiotechnik. San Remo, September 1952.

Johansson, Bertil, Bullret i Gruvorna. (Der Lärm im Bergwerk.) Jernkontorets Annaler, vol. 136, s. 468—508, 1952. Schwedisch.

Nasiell, Vilhelm, En ny antifon. (Ein neues Antiphon.) Svenska Läkartidningen 1925. Schwedisch.

Nasiell, Vilhelm, Sömntekniken vid våra sjukhus. Diskussions yttrande. (Die Schlaftechnik in unseren Krankenhäusern, Diskussionsbeitrag.) Svenska Läkarsällskapets förhandlingar 20/10, 1936, s. 357. Schwedisch.

Nasiell, Vilhelm, Om hörselskador hos larmarbetare och deras förebyggande. (Über Gehörsbeschädigungen bei Lärmarbeitern und deren Vorbeugung.) Social-medicinsk Tidskrift nr 11, 1938. Schwedisch.

Nasiell, Vilhelm, Om ljudskador i larmarbete och deras förebyggande. Inledningsföredrag till diskussion i Svenska Uppfinnareföreningen den 24 mars 1939. (Über das akustische Trauma in der Lärmarbeit und deren Vorbeugung. Einleitungsvortrag zur Diskussion im schwedischen Erfinderverein, den 24. März 1939.) Industritidningen Norden nr 17—19, 1939.

Nasiell, Vilhelm, Principfrågor beträffande profylaxen mot hörselskador inom försvarsmakten. (Prinzipielles betreffend der Vorbeugung von Gehörsbeschädigungen bei der Wehrmacht.) Nordisk Medicin 1943: 17: 315. Schwedisch.

Nasiell, Vilhelm, Principles of the fight against noise. Beitrag zur Diskussion über Industrielärm. I. Internat. Kongreß der Audiotechnik. San Remo, September 1952.

Nasiell, Vilhelm, Beriktigande till Key-Åbergs artikel om profylax mot hörselskador i krig. (Berichtigung zu Key-Åbergs Artikel über die Prophylaxe gegen Gehörschädigungen im Krieg.) Svenska Läkartidningen nr 39, 1941. Schwedisch.

Ruedi u. Furrer, Vorläufige Mitteilung über ein neues Schallschutzgerät. Practica oto-rhino-laryngolog. Vol. VI, fasc. 4 u. 5, S. 225, 1944.

Ruedi u. Furrer, Physics and Physiology of Acoustic Trauma. The Journal of the acoustical soc. of America, vol. 18, no. 2, pp. 409—412, oct. 1946.

Ruedi u. Furrer, Acoustic trauma, its origin and prevention. Schweiz. Med. Wschr. 76th year, 1946, number 37/38, p. 843.

Ruedi u. Furrer, Das akustische Trauma. Monographi. Basel 1947.

Die reichliche anglosächsische Literatur gibt nichts prinzipiell Neues.